中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：1～12（1999）

栽培稻(*Oryza sativa*)與野生稻(*O. nivara*)種間雜種及回交後裔族群產量性狀之變異[1]

李長沛[2]　郭益全[2]　曾富生[3]

摘要：本研究以臺稉1號（TK1）及臺農67號（TNG67）兩個稉稻品種爲輪迴親本與由國際稻米研究所引進之野生稻種 *O. nivara*(Acc.104705)雜交及回交，探討所得各 F_1、F_2、BC_1F_1、BC_1F_2、BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1、BC_3F_2 族群稔實率、穗數、每穗粒數及千粒重等性狀的變異，所得結果摘要如下：TNG67、TK1 與 *O. nivara* 雜交 F_1 各性狀之表現，在稔實率偏向野生稻親本分別爲 51、58%，顯示此種間雜交之生殖障礙不大；在穗數及千粒重呈超越高親本，每穗粒數則偏向野生稻。兩組合 F_2 族群的四個性狀變異性均相當高，且呈超親分離的現象，族群中大多數個體分佈偏向於野生稻親本或低於野生稻親本，不利於產量性狀之選拔。兩組合自 BC_1F_1 開始選拔株型接近栽培稻者進行回交，該單株並行宿根採收種子以繁殖 F_2 族群。由各回交 F_1 及 F_2 的表現得知，優良之特性在各回交世代均能持續表現，甚至超越輪迴親本。例如 TK1 X *O. nivara* 組合的 BC_2F_2 及 BC_3F_2 族群的平均稔實率及千粒重已超越輪迴親本，族群也具有相當高的同質性，有利於優良性狀之固定。由此說明野生稻 *O. nivara* 對栽培種之稔實率、穗數、每穗粒數及千粒重等產量性狀的改進具有潛力。

關鍵詞：水稻、回交、種間雜交、產量性狀。

前　言

稻屬約有 20 個野生稻種，具有多種不同的染色體組(genome)，其中大多數野生稻種均有作爲品種改良的潛力(40)。水稻種間的雜交，在栽培稻與染色體組不同的野生稻雜交成功率均相當低，而與相同染色體組的野生稻種雜交，普遍均有較高的雜交稔實率，雜交種子發育正常，一般均能順利獲得雜交的 F_1 植株(34)。但其雜種後代仍具有不同程度的繁殖障礙(13)或異常分離的現象(4)。

進行遠緣或種間雜交除繁殖上之障礙外，因兩親基因型的同質性不高，其雜種族群常有異常的個體產生，或目的性狀與不良的基因型強烈連鎖及兩極端類似親本的個體出現，甚少有優良的重組基因型等現象(4,18,31,32)，因而獲得可利用的材料相當少。回交被認爲是打破連鎖群或提高同質性，以增加優良基因型重組機會的有效方法(14,18,37)。學者們也認爲以野生種源爲育種材料時，在多次回交的族群中選拔成功的機會較大(8,35,36,37,38)。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1996 號。
2. 本所農藝系助理、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

Briggs and Allard[9]指出改良多基因所控制之性狀仍可藉由回交的方式來達成，但需要的程序則較一般單一基因的轉移複雜。回交育種在稻屬種間雜交的利用上雖在轉移病蟲害抗性[2,7,20,22,29]及細胞質雄不稔性[15,42]特別有效。也有報告指出具有增加每穗粒數進而提升產量的表現[41]。在其他作物中也有自野生種源中獲得較原栽培種更爲有利的數量性狀的例證[8,14,17,35,36,38]。

臺灣地區水稻育種雖著有佳績，但推廣品種間遺傳歧異性日趨狹隘，則是衆所皆知的事實。本所以往曾利用野生稻 *O. rufipoon* 育成抗褐飛蝨生物小種 1、2、3 的臺農 69 號[2]，爲種間雜交擴大栽培稻遺傳變異開啓新頁。爲繼續增加本省栽培品種的遺傳歧異性，本試驗期望自野生稻種 *O. nivara* 導入有用基因至栽培品種。試驗期間篩檢褐飛蝨的抵抗性並調查種間雜交及回交後裔族群中各項農藝性狀的變異。本文首先報告栽培稻與野生稻(*O. nivara*)種間雜交及回交後裔族群中稔實率、穗數、每穗粒數及千粒重等數量性狀的變異，作爲育種工作之參考，其餘農藝性狀及褐飛蝨檢定結果將陸續整理加以發表。

材料及方法

本試驗所選用之水稻品種，栽培稻爲臺灣育成之臺農 67 號(TNG67)及臺稉 1 號(TK1)，其中臺農 67 號爲目前栽培面積最廣的品種，臺稉 1 號則爲早熟品種中推廣最多的品種，但兩品種對於病蟲害的抗性較弱。野生稻爲 *O. nivara* (Acc.104705)原產於印度，具有抗白葉枯病、褐飛蝨、早熟、多分蘗及半矮性等特性，因此以 *O. nivara* 爲貢獻親。試驗材料之建立及調查說明如下：

以栽培稻臺農 67 號及臺稉 1 號爲母本，野生稻爲 *O. nivara* 爲父本，在 1993 年第二期作開始進行雜交。經回交後所得 BCF_1 植株，均選拔株型與栽培稻相近的植株再回交栽培稻，回交世代之單株留宿根於次一期作繁殖以收穫 BCF_2 種子。各組合雜交所得 F_1 種子均分成兩部分，一部份作爲繁殖 F_1 植株以行回交之用，另一部分暫時保存供進一步試驗調查之用。兩個雜交組合各得 F_1、F_2、BC_1F_1、BC_1F_2、BC_2F_1、BC_2F_2、BC_3F_1、BC_3F_2 等族群。

上述族群及其親本於 1996 年 1 月 9 日播種，2 月 8 日移植於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所試驗田，行株距 25 X 25 公分，單本植。肥料用量 N：P_2O_5：K_2O = 48 : 72 : 48 公斤/公頃爲基肥，於移植後 10、30 日追施氮肥 40 公斤/公頃，田間管理依一般慣行法進行。種植株數：親本、F_1 及 BCF_1 各 20-80 株，F_2 及 BCF_2 族群 300-400 株。收穫後調查單株之穗數(panicle number)、每穗粒數(grain no./panicle)、結實率(spikelet fertility, %)及千粒重(1000-grain weight, g)。

結　果

一、稔實率

調查各族群之單株稔實率，所得之變異及平均值如圖 1。由圖 1 各世代的表現得知，TNG67 與 TK1 兩親本稔實率分別爲 76、74%，而野生稻 *O. nivara* 明顯偏低僅 54%，具有半不稔性。TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩雜交組合 F_1 分別爲 51 及 58%，顯示此種間雜交之 F_1 稔實率雖然偏低，但仍具親和性。在 F_2 世代，TNG67 X *O. nivara* 平均僅 29%，TK1 X *O. nivara* 爲 34%，兩組合均有大多數的個體稔實率低於 *O. nivara* 親本，也有不稔的植株產生。

以 TK1 與 TNG67 爲輪迴親進行回交，回交一次之結果：TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩組合在 BC_1F_1 仍有多數個體低於 *O. nivara* 親本，分散度仍大，頻度無明顯集中現象。於 BC_1F_2 世代，在 TNG67 X *O. nivara* 仍表現出高度的分散性，平均稔實率仍然偏低，僅 52.4%。在 TK1 X *O. nivara* 組合雖然有低於 *O. nivara* 親本的個體出現，但平均稔實率爲 73.6%，已接近其輪迴親本，從其分布圖中也可看出多數的個體偏向於輪迴親本，並有部份超過之個體分離。

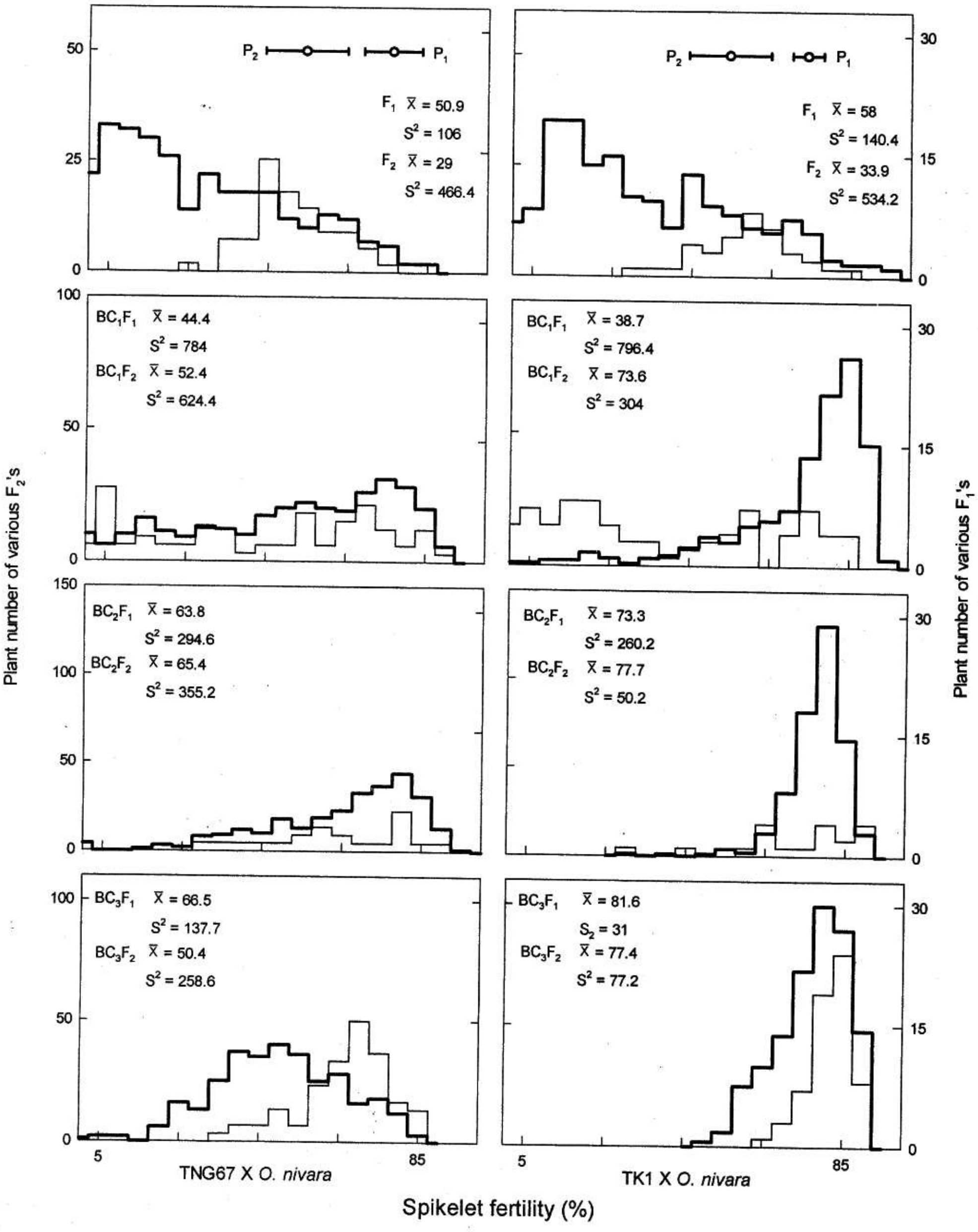

圖 1. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群稔實率之頻度分佈

Fig. 1. Distribution of spikelet fertility for the populations of the various F_1's, F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢○⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

經二次及三次回交後，TK1 X *O. nivara* 組合的稔實率持續增加，在 BC_2F_2、BC_3F_1 及 BC_3F_2 族群平均稔實均高於輪迴親。就族群的分佈而言，於二次回交的後代中已少有稔實率低於 *O. nivara* 的個體，且各世代中均有過半數個體的稔實率高於輪迴親。而 TNG67 X *O. nivara* 組合，雖然在 BC_2F_2 及 BC_3F_1 族群的分佈明顯偏向輪迴親，但平均稔實率均低於輪迴親，而 BC_3F_2 大多數個體類似於 *O. nivara* 親本，其平均稔實率僅 50.4%，低於 BC_3F_1 及 *O. nivara* 親本，顯示在 TNG67 X *O. nivara* 組合其野生稻半不稔的特性，在回交三次的族群中依然存在。

二、穗數

三個親本之單株穗數，TNG67 為 16.7 穗、TK1 為 18.4 穗，而 *O. nivara* 為 29 穗。TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩雜交組合 F_1、F_2 及各回交 F_1、F_2 之表現列於圖 2，由圖 2 可看出 TNG67 X *O. nivara*、TK1 X *O. nivara* 兩組合雜種 F_1 的平均穗數均多於 *O. nivara*（多穗親本），呈超顯性。其 F_2 族群的平均值則近似 *O. nivara* 親本，族群分佈呈常態分佈而有超越分離。

TNG67 X *O. nivara* 的 F_2 族群中有多達 88 穗以及 TK1 X *O. nivara* 有達 75 穗之個體出現；同時也可看出有穗數甚少的個體分離。

以 TK1 及 TNG67 為輪迴親，所得之各回交世代，在 F_1 及 F_2 族群均依回交次數的增加，其平均穗數因而減少，且趨向輪迴親，但趨近輪迴親本的速度，兩組合則略有不同。至 BC_3F_1 及 BC_3F_2，在 TK1 X *O. nivara* 組合其平均穗數已接近輪迴親本，而 TNG67 X *O. nivan* 組合仍多於輪迴親本。由各回交世代族群頻度分佈得知，兩組合的 BC_1F_1 分散度仍偏高，且有多數個體的穗數多於 *O. nivara* (多穗親本)，從中選拔株型接近栽培稻的植株進行回交或自交，可發現 BC_1F_2 族群的頻度已偏向輪迴親本，變域也明顯縮小，且無較 *O. nivara* 穗數多的個體，顯示控制多穗性之基因效應逐漸減少，兩組合在 BC_2F_2 及 BC_3F_1 的平均值及變方均相當接近，顯示於 BC_2F_1 選拔的植株在穗數方面已具相當高的同質性。又 BC_3F_2 族群之分布與 BC_3F_1 相似，且平均值相近，變方較小，其中仍有部份個體的穗數多於輪迴親，顯示於 BC_3F_2 進行選拔將有利於個體基因型之固定，且有希望獲得穗數多於輪迴親的個體。

三、每穗粒數

輪迴親本 TNG67 每穗粒數平均約有 140 粒，TK1 為 134 粒，而野生稻親本 *O. nivara* 則僅有 34.8 粒。TNG67 X *O. nivara* 及 TK1 X *O. nivara* 兩組合之 F_1 分別為 74、75 粒介於兩親本之間，偏向 *O. nivara* 親本的部份顯性。F_2 族群中則大多數個體偏向或少於 *O. nivara* 親本，在 TK1 X *O. nivara* 組合 F_2 族群的平均每穗粒數略多於 *O. nivara*，TNG67 X *O. nivan* 組合則低於 *O. nivara* 親本(圖 3)。

由圖 3 可看出，兩組合各回交世代之 F_1 及 F_2 族群的平均每穗粒數，均依回交次數的增加，而依次遞增，且逐漸接近輪迴親本。就族群的頻度分佈而言， 雖然兩組合在 BC_1F_1 及 BC_1F_2 的分散度仍大，大多數個體集中於兩親本之間，且均有部份個體少於 *O. nivara* 親本。經二次回交，兩組合之 BC_1F_1、BC_1F_2 族群偏向輪迴親本的表現更為明顯，TK1 X *O. nivara* 組合在 BC_1F_1 世代中雖然變異偏高，仍有少數的個體少於 *O. nivara* 親本，但其 BC_1F_2 的變異顯著的縮小，大多數個體的每穗粒數則介於 100-150 粒之間，其中已有部分個體每穗粒數多於輪迴親本。至於 TNG67 X *O. nivara* 雖在 BC_1F_1 世代中變異較小頻度較為集中，但於 BC_1F_2 大部分個體的每穗粒數分佈於 50-150 粒之間，變異有明顯偏高的現象，且仍有少數個體每穗粒數低於 *O. nivara* 親本。在 BC_3F_1、BC_3F_2 世代中，兩組合族群的分佈持續偏向輪迴親本，大多數個體的每穗粒數介於 100-150 粒之間，其中 TNG67 X *O. nivara* 之 BC_3F_2 族群仍有少數個體偏向於野生稻親本，且每穗粒數少於 50 粒；而 TK1 X *O. nivara* 之 BC_3F_1、BC_3F_2 兩族群的平均為相近，且有許多個體的每穗粒數多於輪迴親。顯示種間雜交依株型選拔，並進行回交的過程中，其對每穗粒數的增進效果依輪迴親本的不同而有所差異。

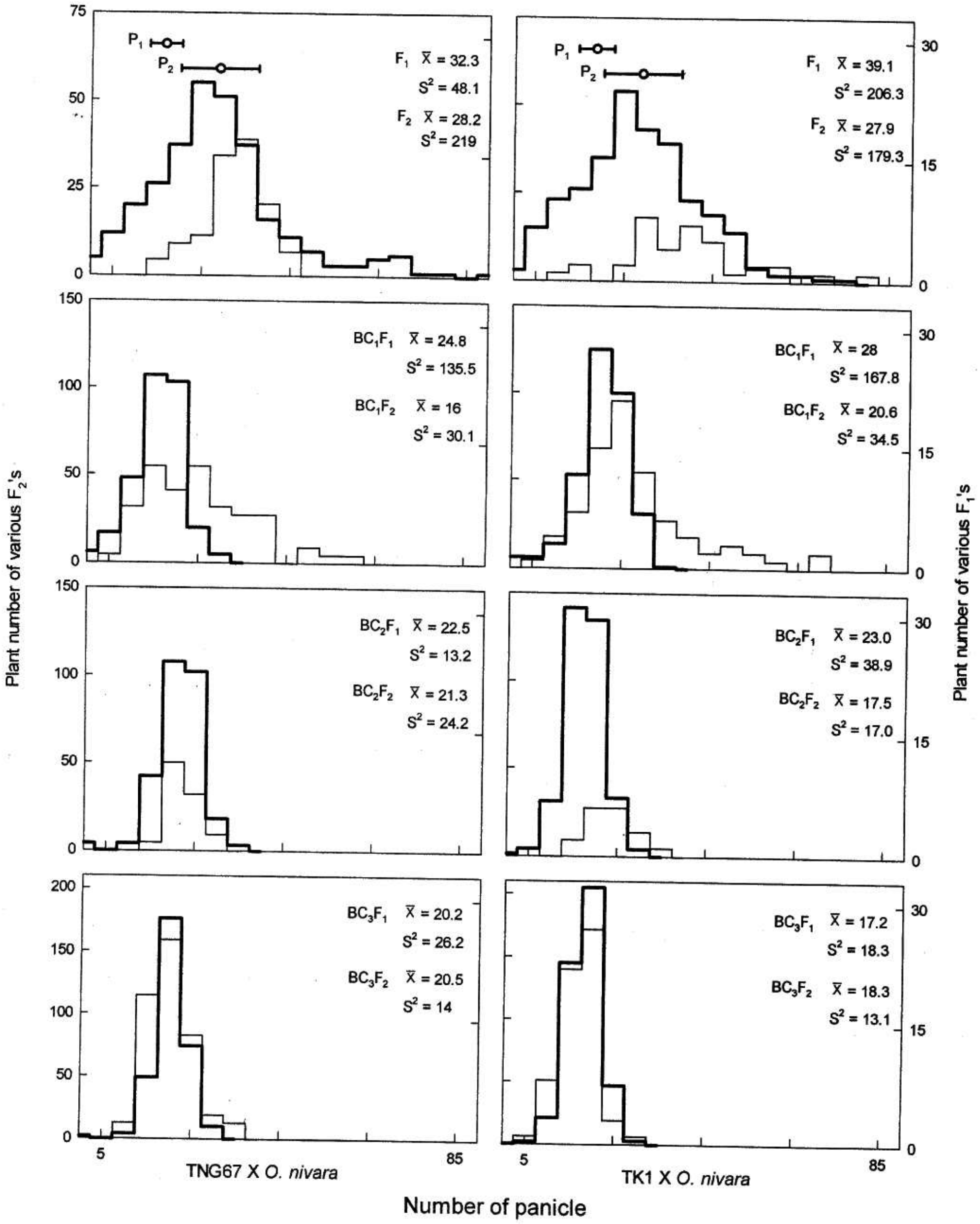

圖 2. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群穗數之頻度分佈

Fig. 2. Distribution of no. of panicle for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢o⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

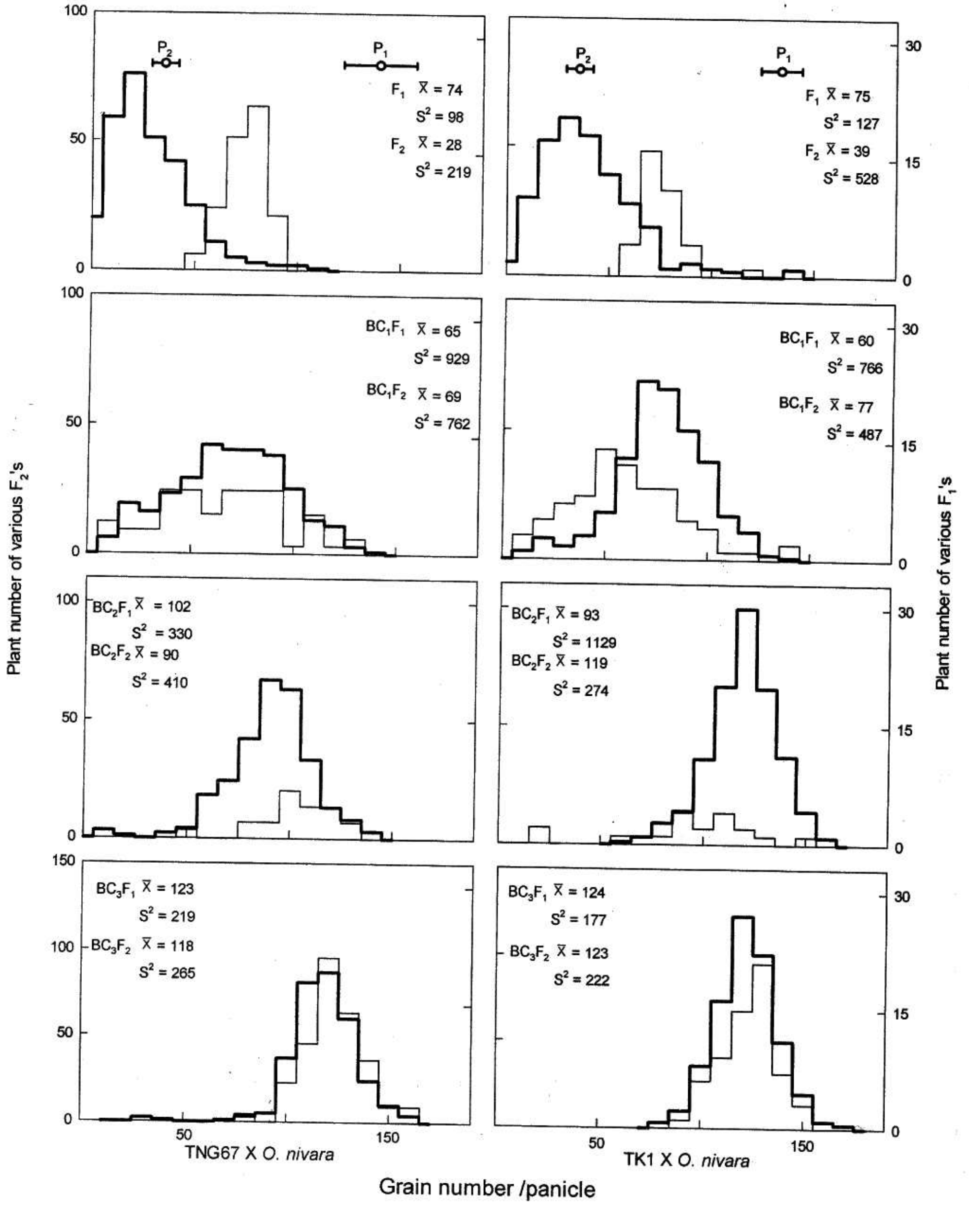

圖 3. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群稔實率之頻度分佈

Fig. 3. Distribution of grain no./panicle for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢o⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

四、千粒重

水稻之千粒重為品種相當穩定的特性之一，試驗中使用三個親本之千粒重平均介於 21 － 22 克之間。兩栽培親本 TNG67、 TK1 的千粒重相近，而野生稻親本 *O. nivara* 則略輕於兩栽培品種。由圖 4 可以看出，兩雜交組合 F_1 之千粒重均為 24.4 克，表現出高於兩親本之超顯性。兩組合 F_2 平均千粒重均低於 *O. nivara* 親本，族群分布的高峰約在 18 克左右，有超越親本的個體出現，且具超親分離的現象。

經回交後，TNG67 X *O. nivara* 在各回交 F_1 及 F_2 世代的平均千粒重介於 20-21 克之間，均低於輪迴親。而 TK1 X *O. nivara* 組合的平均千粒重則依世代的增進而增加，除在 BC_1F_1 世代之平均千粒重略低於輪迴親外，以後的各世代平均千粒重均高於輪迴親，在 BC_2F_2、BC_3F_1 及 BC_3F_2 世代平均千粒重達 23 克以上。就各回交世代族群的分佈而言，兩組合的一次回交的世代中族群分散度仍大，自二次回交後，兩組合族群的分佈有較集中的傾向；一般可明顯看出 TK1 X *O. nivara* 組合的分散度均較 TNG67 X *O. nivara* 小，顯示 TK1 X *O. nivara* 組合在多次回交世代中多數個體的千粒重高於輪迴親，而 TNG67 X *O. nivara* 多數個體則仍低於輪迴親。

討　論

亞洲型 *O. rufipogon* 野生稻分布於亞洲熱帶地區，依乾燥與潮濕環境的分布，分為一年生與多年生。這兩種生態型在繁殖的方式、宿根的習性及光週期的反應均有所不同。因此，一年生型的野生稻通常被劃分為 *O. rufipogon* 下的另一稻種 *O. nivara*(10)。*O. nivara* 野生稻經種子繁殖演化後已不具有走莖，且適應於淺水地區；其型態也較其他野生稻種更為接近栽培種，有植株較矮，穗數多、葉較小、株型略散開，穀粒為各野生稻中屬較大型者，開花時間也與栽培稻相近(1,28,33,39)。對多種病蟲害有抗性(19,26)，加上 *O. nivara* 與栽培稻種有相似 A 染色體組（A genome），且兩者雜交容易成功，雜種 F_1 植株大多生育正常等特性(13,34)，被認為是改良栽培品種的重要野生種原。Khush and Ling(23)利用抗 grassy stunt virus 之 *O. nivara* 與栽培稻雜交，證實有一顯性的抗性基因(*Gs*)，再經多次回交栽培稻，育成數個抗 grassy stunt virus 的品種(22)，開啓自野生種導入有利基因至栽培稻的先例。

種間雜交育種過程中，首先要解決的則是兩稻種間的親和性問題，Nayar(30)綜合以往的報告指出栽培稻與亞洲型的 *O. rufipogon* 雜交可稔率(crossability)普遍均有偏低的表現，約 10~30%；但其雜種 F_1 小穗的稔實率則有趨向正常的表現，為 50~80%。且染色體通常均能正常配對(13,25)，最近的報告也指出栽培稻與 *O. rufipogon* 雜種的稔實率高達 73~87 %(27)。試驗中以 TNG67、TK1 兩個稉稻品種與 *O. nivara* (一年生亞洲型 *O. rufipogon*)雜交，其 F_1 稔實率分別為 51%、58%，呈部份不稔的表現。戴等(3)的試驗結果，也指出稉稻與野生稻 *O. nivara* 雜交均有親合性，但因親本之不同而有所差異，一般雜交稔實率在 40 %左右。而 Dolores *et al.*(16)以 *O. nivara* 與秈稻雜交則均有很高的親和性。顯示出栽培稻與野生稻 *O. nivara* 雜交均具親和性，但因野生稻系統與栽培稻親本之不同親和性的高低略有所不同。

種間雜交除雜種的不稔性外，雜種 F_1 弱勢及致死也是種間基因交流的一大障礙(11,12,13)。本試驗中兩雜交組合 F_1 植株均無弱勢或致死的現象，此結果與戴等 (3) 的試驗結果類似。

雜種 F_2 的不稔也是進行種間雜交所經常發生的現象(11)。本試驗中兩組合 F_2 也有許多不稔或半不稔的個體出現，而使各組合 F_2 之平均稔實率均有偏低的表現。Jones *et al.*(21)認為種間雜交不稔的現象，可藉由回交栽培稻而獲得改善。但本試驗的結果，在 TNG67 X *O.nivara* 之 BC_3F_2 世代仍有大多數個體其平均稔實率接近 *O.nivara* 親本，此種不稔與半不稔的個體在高次回交世仍然出現的現象，則正如岡(5)所提出在遠緣雜交的育種過程中，隨世代的增進，不稔及半不稔個體仍大量出現的憂慮，有頗為相似之處。

在穗數、每穗粒數及千粒重等產量構成性狀的表現，本試驗中 TNG67 X *O. nivara* 及 TK1 X *O.*

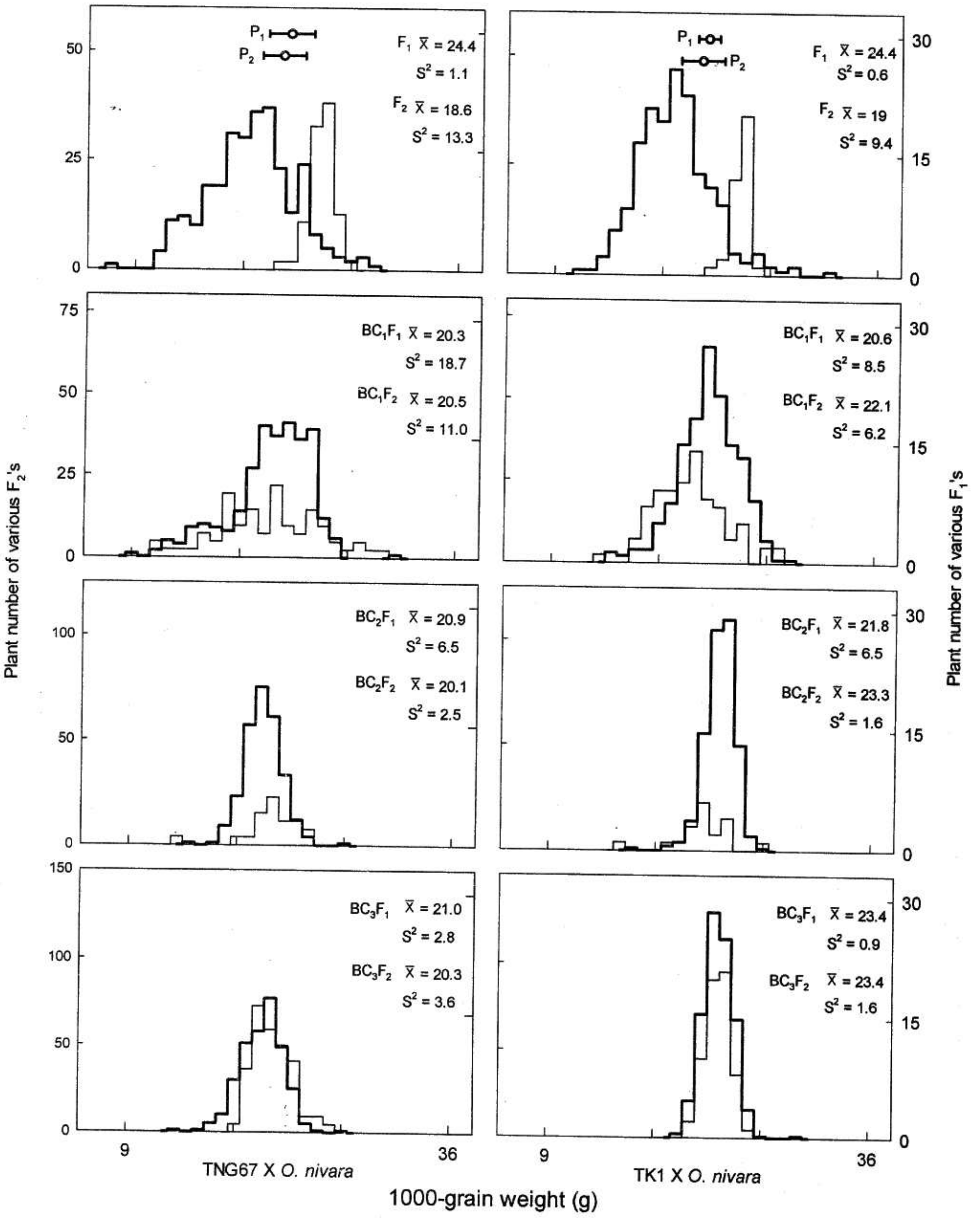

圖 4. 栽培稻與野生稻雜交及回交各 F_1 及 F_2 族群稔實率之頻度分佈

Fig. 4. Distribution of 1000-grain weight for the populations of the various F_1's,F_2's and backcrosses of cultivated and wild rice cross.

P_1 is a cultivated variety, the recurrent parent.

P_2 is a wild rice *O. nivara* (Acc 104705).

Symbol (⊢o⊣) indicates parental means with standard deviation.

Lines—indicate various F_1's,—indicate various F_2's.

nivara 兩雜交組合之雜種 F_1，除於每穗粒數介於兩親本之間且有偏向 *O. nivara* 親本外，在穗數、千粒重則有超越最高親本的超越分離。但以往的研究指出，栽培稻與野生稻(*O. rufipogon*)雜種 F_1 的表現，大都偏向於野生稻性狀[30]。戴等[4]以三個稉稻品種與野生稻 *O. nivara* 雜交其雜種 F_1 的穗數、每穗粒數及千粒重等性狀則介於兩親本之間，且偏向 *O. nivara* 親本的部份顯性，顯示在一年生野生稻 *O. nivara* 族群中仍具有多樣性，種間雜交因組合的不同雜種的表現仍有差異。

在一般育種過程中，雖然認爲在雜種 F_2 族群若有超親分離的表現將有助於選拔出較兩親本更爲優秀的個體。在本試驗中兩參試組合由於 F_2 族群中多數個體具有嚴重的落粒性，導致每穗粒數偏低而未超越最高親本外，在穗數及千粒重均有超親分離現象，族群的分佈偏向野生稻 *O. nivara* 親本，顯示在產量構成性狀，族群中有多數的個體偏向野生稻親本，而且族群中均有部份稔實率低、穗數極少及千粒重輕的個體，顯然於 F_2 世代並不利於產量性狀的選拔。學者們也指出種間雜交因兩親基因型的同質性不高，F_2 也有雜種崩壞或一親基因較期望值多，致發生異常分離，而甚少有優良的重組基因型等現象，使得育種過程難以繼續或造成選拔的困難，因而獲得可利用的材料相當少[4,6,31,32]。

Tanksley and Nelson[37]則認爲種間雜交初期世代（BC_1F_1，F_2）族群，雖然因落粒性或不稔性、上位性基因的相互作用、微效基因的多效性等因素，使族群無法分離出有利的數量性狀。若行多次回交栽培親本後，栽培稻的同型接合個體的比率增高，其貢獻親不良性狀減少、上位性的作用減弱及打破不良性狀的連鎖，再加以選拔及評估仍有利栽培種數量性狀的改進。

本試驗使用的貢獻親 *O. nivara* 野生稻在稔實率、每穗粒數及千粒重等產量構成性狀上，並無高產的表現。經與栽培稻雜交，並經由多次回交則有明顯的增進效果，在各回交之後裔族群中均有超越輪迴親本的個體出現，尤其在 TK1 X *O. nivara* 組合於二次及三次回交世代中其稔實率及千粒重之平均已有超越輪迴親本的表現，且族群的變異性已明顯的縮小，顯示族群具有相當高的同質性，從中選拔有利於個體基因型之固定，且有希望獲得優於輪迴親的個體。

在種間雜交育種過程中，讓育種者所擔憂的是其後裔族群持續有異常的個體出現，本試驗中 TNG67 X *O. nivara* 組合在的 BC_2F_2 或 BC_3F_2 族群中雖然有極少數的個體因植株生育弱勢而造成穗數甚少、每穗粒數少、粒輕的現象，似乎不影響後代族群之建立。

綜合各性狀之表現，試驗以選拔株型進行回交，經三次回交之 F_2 族群每穗粒數及千粒重有多數高於輪迴親本之分離個體出現。Fujimaki[18]也認爲回交過程中針對輪迴親本具有的有利基因選拔，在回交雜種族群初期世代變異大選拔較具效果。顯示種間雜交組合自 BC_1F_1 開始依外表型選拔用以回交之個體若具有優良之特性則在後代或回交世代均能持續表現出優良之特性，且能超越輪迴親本，此種表現對栽培種數量性狀的改良頗爲有利。

引用文獻

1.李長沛、陳彥雄、陳治官、曾東海、陳正昌、賴明信、郭益全。1994。稻屬種間雜交擴大栽培稻之遺傳變異 I. 引進野生稻種原之特性評估。中華農業研究 43：261-274。

2.黃真生、卜瑞雄、陳正昌、鄭清煥、劉清。1983。臺農 69 號之育成。中華農業研究 32：1-23。

3.戴順發、吳詩都、曾富生。1989a。野生稻 *Oryza nivara* 與栽培稻 *O. sativa* 種間雜交親和性及 F_1 雜種行爲。高雄區農業改良場研究彙報 2 (2)：39-51。

4.戴順發、吳詩都、曾富生。1989b。野生稻 *O. nivara* 與栽培稻 *O. sativa* 雜種後代之遺傳育種研究 II. F_2 雜種族群集回交世代農藝性狀之變異。農林學報 38(2)：165-190。

5.岡彥一。1958。遠緣品種間雜種集團遺傳學研究。酒井寬一、明峰英夫、高橋隆平編:「植物集團育種法研究」。27-43 頁。養賢堂、東京。

6.森島啓子。1982。內的生殖隔離を支配する 遺傳子。大村武編:「イネ遺傳分子分析の現狀」。63-67 頁。イネ遺傳分子研究班、福岡。

7. Amante-Bordeos, A., L. A. Sitch, R. Nelson, R. D. Dalmacio, N. P. Oilva, H. Aswidinnoor, and H. Leung. 1992. Transfer of bacterial and blast resistance from the tetraploid wild rice *Oryza minuta* to cultivated rice, *Oryza sativa*. Theor. Appl. Genet. 84:345-354.

8. Bliss, F. A .1981. Utilization of vegetable germplasm. Hort. Sci. 16:129-132.

9. Briggs, F. N., and R. W. Allard. 1953. The current status of backcross method of plant breeding. Agron. J. 45:131-138.

10. Chang, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. Euphytica 25:425-441.

11. Chu, Y. E. 1972. Genetic basis, classification and origin of reproductive barriers in *Oryza* species. Bot . Bull. Acad. Sinica 13: 47-66.

12. Chu, Y. E., and H. I. Oka. 1970. Introgression across isolating barriers in wild and cultivated *Oryza* species. Evolution 24: 344-355.

13. Chu, Y. E., H. Morishima, and H. I. Oka. 1969. Reproductive barriers distributed in cultivated rice species and their wild relatives. Jpn. J. Genet. 44:207-233.

14. Cox, T. S., R. G. Sears, R. K. Bequette, and T. J. Martin. 1995. Germplasm enhancement in winter wheat × *Triticum tauschii* backcross populations. Crop Sci. 35:913-919.

15. Dalmacio, R., D. S. Brar, L. A. Sitch, S. S. Virmani, and G. S. Khush. 1992. *Oryza perennis* : a nwe source of cytoplasmic male sterility in rice. Rice Genet. Newsl. 9:108-110.

16. Dolores, R. C., T. T. Chang, and D. A. Ramires. 1979.The cytogenetics of F_1 hybrids from *Oryza nivara* Sharma et Shastry x *O. sativa* L. Cytologia 44:527-540.

17. Duvick, D. N. 1974.Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. Crop Sci .14:69-71.

18. Fujimaki, H. 1978. Genetical studies on improvement of backcross technique in rice breeding. J. Cent. Agric. Exp. Stn. 27: 187-246.

19. Heinrichs, E. A., F. G. Medrano, and H. R. Rapusas. 1985. Genetic evaluation for insect resistance in rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna , Philippines.

20. Jena, K. K., and G. S. Khush. 1989a. Introgression of genes from *O. officinalis* Wall ex Watt to cultivated rice, *O. sativa* L. Theor. Appl. Genet. 80: 737-745.

21. Jones, M. P., S. Mande, and K. Aluko. 1997. Diversity and potential of *Oryza glaberrima* Steud in upland rice breeding. Breed. Sci. 47:395-398.

22. Khush, G. S. 1977. Disease and insect resistance in rice. Adv. Agron. 29:265-341.

23. Khush, G. S., and K. C. Ling. 1974. Inheritance of resistance to grassy stunt virus and its vector in rice. J. Hered. 65:134-136.

24. Lawrence, P. K., and K. J. Frey. 1975. Backcross variability for grain yield in oats species cross (*Avena sativa* L. X *A. sterilis* L.). Euphytica 24:77-85.

25. Li, H. W., T. S. Weng, C. C. Chen, and W. H. Wang. 1962. Cytogenetical studies of *Oryza sativa* L. and its related species. 2. A preliminary note on the interspecific hybrids within the section *sativa* Roschev. Bot. Bull. Acad. Sinica 3:209-219.

26. Ling, K. C., V. M. Aguiero, and S. H. Lee. 1970. A mass screening method for testing resistance to grassy stunt disease of rice. Plant Dis. Rep. 56:565-569.

27. Majumder, N. D., T. Ram, and A. C. Sharma. 1997. Cytological and morphological variation in hybrid swarms and introgressed population of interspecific hybrids (*Oryza rufipogon* Griff. × *Oryza sativa* L.) and its impact on evolution of intermediate types. Euphytica 94:295-302,1997.

28. Morishima, H., H. I. Oka, and W. T. Chang. 1961. Directions of differentiation in population of wild rice, *Oryza perennis* and *O. sativa* f. *spontanea*. Evolution 15:326-339.

29. Multani, D. S., K. K. Jena, D. S. Brar, B. G. de los Reyes, E. R. Angeles, and G. S. Kush. 1994. Development of monosomic alien addition lines and introgression of genes from *Oryza australiensis* Domin. to cultivated rice *O. sativa* L. Theor. Appl. Genet. 88:102-109.

30. Nayar, N. M. 1973. Orgin and cytogenetics of rice. Adv. Genet. 17: 153-292.

31. Oka, H. I. 1988. The ancestors of cultivated rice. pp.15-24. In : Origin of cultivated rice. Jpn. Sci. Societies, Elsever, Tokyo.

32. Pham, J. L., and B. Bougerol. 1993. Abnormal segregations in crosses between two cultivated rice species. Heredity 70: 466-471.

33. Sharma, S. D., and S. V. S. Shastry. 1965. Taxonomic studies in genus *Oryza* L. III. *O. rufipogon* Griff. sensu stricto and *O. nivara* Sharma et Shastry nom. nov. Indian J. Genet. Plant Breed. 25:157-167.

34. Sitch, L. A., R. D. Dalmacio, and G. O. Romero. 1989. Crossability of wild *Oryza* species and their potential use for improvement of cultivated. Rice Genet. Newsl. 6:58-60.

35. Sullivan J. G., and F. A. Bliss. 1983a. Genetic control of quantitative variation in phaseolin seed protein of common bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108:782-787

36. Sullivan J. G., and F. A. Bliss. 1983b. Expression of enhanced seed protein content in inbred backcross lines of common bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108:787-791.

37. Tanksley, S. D., and J. C. Nelson. 1996. Advanced backcross QTL analysis : a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTL from unadapted germplasm into elite breeding lines. Theor. Appl. Genet. 92:191-203.

38. Tanksley, S. D., S. Grandillo, T. M. Fulton, D. Zamir, Y. Petiard, J. Lopez , and T. Beck-Bunn. 1996. Advanced backcross QTL analysis in a cross between an elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium*. Theor. Appl. Genet. 92:213-224.

39. Tateoka, T. 1963. Taxonomic studies of *Oryza*. III. Key to the species and their enumeration. Bot. Mag.(Tokyo) 76:165-173.

40. Vaughan, D. A., and T. T. Chang. 1995. Collecting the rice gene pool. In : Collection plant genetic diversity technical guidelines. (ed. by Guarino, L., V. Ramanatha Rao, and Reid, R.). pp.659-675. IPGRI., Rome, Italy.

41. Xiao, J., S. Grandillo, S. N. Ahn, S. R., McCouch, S. D. Tanksley, J. Li, and L. Yuan. 1996. Genes from wild rice improve yield. Nature 384:223-224.

42.Yuan, L. P., and S. S. Virmani. 1988. Status of hybrid rice research and development .pp.7-24. In : Hybrid rice. IRRI, Losanos, Laguna , Philippines.

uc-1

Studies on the Yield Components in the Progenies Derived from the Hybrid and Backcross between *Oryza sativa* L. and *O. nivara* Sharma et Shastry[1]

Charng-Pei Li[2], Yih-Chuan Kuo[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

Two *sinica* varieties, Tainung 67(TNG 67) and Taiken 1(TK1), and a wild rice, *O. nivara* (Acc.104705) were used as the recurrent parents and non-recurrent parent, respectively, to investigate the genetics and breeding behaviors for the fertility, panicle number, grain number of per panicle and 1000-grain weight of the inter-specific hybrid progenies of *Oryza* species. The F_1, F_2, BC_1F_1, BC_1F_2, BC_2F_1, BC_2F_2, BC_3F_1 and BC_3F_2 populations of two cross combinations were simultaneously planted at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute in the first crop of 1996. The following results were obtained. The F_1 cross compatibility of two crosses, TNG67 × *O. nivara* and TK1 × *O. nivara*, was 51% and 58% respectively. These results might suggest that no serious reproductive barrier between two *scinca* varieties and the wild rice. Heterosis was found in both number of panicle per plant and 1000-grain weight for the hybrids. The grain number per panicle was similar to the wild parent. From observing the distribution patterns of F_2 population, it was found that there were many plants leaned toward the wild parent, the variation was height and showed transgressive segregation in all of these characters. The results put F_2 populations at a disadvantage in selection. In the BC_1F_1 generation, backcrosses were carried out in both cross combinations based on plant type (similar to cultivated varieties). The selected hybrid plant was ratooned to obtain F_2 seeds. The variation in yield components for various backcrosses were then observed. Results indicated that the plants with superior characters would be observed in duplication in various backcross populations. For example, the mean of fertility and 1000-grain weight of BC_2F_2 and BC_3F_2 in TK1 × *O. nivara* cross combination were better than the recurrent parent(TK1). Furthermore, as increasing in the number of backcross the variation in the characters became small. This indicated that plants with homogeneous genetic background could be obtained from the populations in a s hort time spectrum. According to the results found, that the wild rice *O. nivara* could be a germplasm potential for improving cultivated rice yield components, i.e., spikelet fertility, panicle number per plant, grain number of per panicle and 1000-grain weight, by recurrent backcross method should be hypothesized.

Key words: Recurrent backcross, Interspecific hybridization, *Oryza sativa*, *O. nivara*. Yield components.

---

1. Contribution No. 1996 from Taiwan Agriculture Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant and Senior Rice Breeder, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.